



GT.0000027030

ÔNG HẠNH (Chủ biên), ĐẶNG THỊ HƯƠNG

GIÁO TRÌNH THÍ NGHIỆM VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG

TẬP 1

GUYÊN
C LIÊU



NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

Sách tặng



VŨ THỊ HỒNG HẠNH (chủ biên), ĐẶNG THỊ HƯƠNG

GIÁO TRÌNH
THÍ NGHIỆM VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG
Tập 1

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
NĂM 2016

MÃ SỐ: $\frac{03-77}{ĐHTN-2016}$

MỤC LỤC

Lời nói đầu	6
PHẦN I: LÝ THUYẾT SAI SỐ	7
PHẦN II: THỰC HÀNH	31
Bài 1: Làm quen và sử dụng các dụng cụ đo độ dài	31
Bài 2: Phép cân chính xác	42
Bài 3: Xác định khối lượng riêng của vật rắn bằng cân phân tích và bình tỉ trọng	52
Bài 4: Nghiên cứu các tính chất của chuyển động nhờ máy ATWOOD	59
Bài 5: Khảo sát hệ vật chuyển động tịnh tiến – quay xác định mô men quán tính của bánh xe và lực ma sát ổ trục	72
Bài 6: Khảo sát dao động của con lắc vật lý – Xác định gia tốc trọng trường	81
Bài 7: Xác định nhiệt dung riêng của chất lỏng	90
Bài 8: Xác định hệ số nhớt của chất lỏng theo phương pháp STOKES	98
Bài 9: Xác định bước sóng và vận tốc âm theo phương pháp cộng hưởng sóng dừng	108
Bài 10: Xác định tỷ số nhiệt dung phân tử C_p/C_v của chất khí	126
Bài 11: Xác định hệ số căng mặt ngoài của chất lỏng	135
Bài 12: Xác định nhiệt dung riêng của chất rắn	142
Bài 13: Khảo sát các phương trình trạng thái và xác định điểm tới hạn của chất khí	150
Bài 14: Xác định nhiệt nóng chảy của nước đá	159
PHỤ LỤC	167
Tài liệu tham khảo	179

LỜI NÓI ĐẦU

Đối với sinh viên trường Đại học Sư phạm - Đại học Thái Nguyên, thực hành Vật lý Đại cương là một trong những học phần thực hành bắt buộc, được thực hiện với mục đích khảo sát các hiện tượng, kiểm nghiệm các định luật đã học trong các học phần Vật lý Đại cương, có kỹ năng và kinh nghiệm sử dụng các thiết bị thí nghiệm. Ngoài ra học phần thí nghiệm Vật lý Đại cương còn cung cấp cho sinh viên phương pháp nghiên cứu, rèn luyện tác phong và những đức tính cần thiết của người nghiên cứu khoa học thực nghiệm.

Giáo trình thí nghiệm Vật lý đại cương được biên soạn theo chương trình Thí nghiệm Vật lý Đại cương (1&2) của Khoa Vật lý trường Đại học Sư phạm - Đại học Thái nguyên. Giáo trình gồm hai tập. Tập 1 trình bày hai phần: lý thuyết sai số và một số bài thí nghiệm thuộc phần cơ - nhiệt. Tập 2 trình bày một số bài thí nghiệm thuộc phần điện - từ và quang. Mỗi bài thí nghiệm trong giáo trình trình bày chi tiết mục đích thí nghiệm, giới thiệu thiết bị thí nghiệm, cơ sở lý thuyết và hướng dẫn thực hành. Cuối mỗi bài thí nghiệm có các câu hỏi kiểm tra và phần hướng dẫn viết báo cáo thực hành để sinh viên có thể trình bày kết quả thí nghiệm và vận dụng, củng cố kiến thức đã học. Để giáo trình có tính cập nhật và hiện đại, giáo trình có sử dụng một số tài liệu tham khảo liệt kê ở cuối sách.

Nhóm tác giả bày tỏ sự chân thành cảm ơn đối với lãnh đạo trường Đại học Sư phạm - Đại học Thái nguyên đã tạo điều kiện trong việc biên soạn cuốn giáo trình, cảm ơn các bạn đồng nghiệp đã góp nhiều ý kiến quý báu cho việc hoàn thiện cuốn sách.

Cuốn sách có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho học viên cao học và giáo viên phổ thông.

Thái Nguyên, tháng 6 năm 2016

NHÓM TÁC GIẢ

PHẦN I

LÝ THUYẾT SAI SỐ

1.1. Phép đo các đại lượng Vật lý và đơn vị đo lường

1.1.1. Phép đo các đại lượng Vật lý

Vật lý học là một ngành khoa học thực nghiệm, định lượng, liên quan đến thế giới hiện thực. Vì vậy trong Vật lý học, để đặc trưng cho một hiện tượng hoặc tính chất của sự vật người ta dùng các đại lượng đo được (kích thước, vận tốc, khối lượng, nhiệt độ, ...).

Mọi đại lượng Vật lý đều đo được qua các phép đo. Phép đo một đại lượng Vật lý là phép so sánh đại lượng cần đo với một đại lượng cùng loại được quy ước chọn làm đơn vị đo.

Kết quả của phép đo một đại lượng Vật lý (ví dụ như độ dài 5,2 m) bao gồm một giá trị, một đơn vị và độ chính xác. Ký hiệu "m" cho ta biết thứ nguyên là độ dài, đơn vị đo là mét; số 5,2 đặc trưng cho giá trị của đại lượng đo được và độ chính xác của phép đo.

Phép đo các đại lượng Vật lý được chia thành hai loại: phép đo trực tiếp và phép đo gián tiếp.

- *Phép đo trực tiếp*: đại lượng cần đo được so sánh trực tiếp với đại lượng được chọn làm đơn vị, kết quả đo được đọc trực tiếp ngay trên dụng cụ đo.

Ví dụ: đo chiều dài bằng thước mét, đo cường độ dòng điện bằng ampe kế, ...

- *Phép đo gián tiếp*: đại lượng cần đo được xác định thông qua các đại lượng đo trực tiếp qua các công thức Vật lý

Ví dụ: Vận tốc của một vật chuyển động thẳng đều được xác định gián tiếp thông qua công thức $v = \frac{s}{t}$ trong đó s là quãng đường vật đi được có thể đo trực tiếp bằng thước mét và t là thời gian chuyển động

của vật được đo trực tiếp bằng đồng hồ bấm giây hoặc đồng hồ đo thời gian hiện số.

1.1.2. Đơn vị đo lường

Kết quả của một phép đo một đại lượng Vật lý được biểu diễn bởi một giá trị bằng số kèm theo đơn vị đo lường tương ứng.

Ví dụ: Chiều dài của cạnh bàn là $L = 1,22$ m, cường độ dòng điện trong một đoạn mạch là $I = 0,5$ A; ...

Về nguyên tắc ta có thể chọn đơn vị cho từng đại lượng Vật lý, nhưng do các đại lượng được liên hệ với nhau bằng các công thức, các định luật cho nên ta chỉ cần chọn đơn vị cho một số đại lượng cơ bản còn đơn vị đo các đại lượng khác đều có thể suy ra từ các đơn vị đã chọn ở trên.

Những đơn vị đã chọn cho các đại lượng cơ bản gọi là các đơn vị cơ bản còn các đơn vị khác gọi là đơn vị dẫn xuất. Tập hợp tất cả các đơn vị cơ bản và đơn vị dẫn xuất thành hệ đơn vị đo lường.

Hiện nay, chúng ta dùng các đơn vị đo được quy định trong bảng đơn vị đo lường hợp pháp của nước Việt nam dựa trên cơ sở của hệ đo lường quốc tế SI (System International d'Unites) bao gồm:

- Các đơn vị cơ bản:

+ Độ dài - mét (m);

+ Khối lượng - kilogram (kg);

+ Thời gian - giây (s);

+ Nhiệt độ - Kenvin (K);

+ Cường độ dòng điện - Ampe (A);

+ Cường độ sáng - cabela (Cd);

+ Lượng chất - kilomol (kmol);

+ Đơn vị phụ góc khối - steradian (Sr).

- Các đơn vị dẫn xuất: vận tốc - m/s, lực - N, cường độ điện trường - V/m, ...

Có thể nói, hầu hết đơn vị của các đại lượng đo gián tiếp đều là đơn vị dẫn xuất.

1.2. Sai số của phép đo các đại lượng Vật lý

1.2.1. Định nghĩa sai số

Khi đo các đại lượng Vật lý, vì nhiều lý do khách quan và chủ quan ta không đo được chính xác tuyệt đối giá trị của đại lượng Vật lý cần đo. Độ sai lệch giữa giá trị thực và giá trị đo được của đại lượng cần đo gọi là sai số.

$$\Delta x = |x_1 - x| \quad (1)$$

Với: Δx : sai số của phép đo;

x_1 : giá trị đo được qua phép đo;

x : giá trị thực của đại lượng cần đo

1.2.2. Phân loại sai số

Dựa trên các nguyên nhân gây ra sai số người ta chia sai số ra thành hai loại cơ bản: sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên.

1.2.2.1. Sai số hệ thống

Sai số hệ thống là sai số gây bởi những yếu tố tác động như nhau lên kết quả đo, độ lớn của sai số này không đổi trong các lần đo được tiến hành trên cùng một loại dụng cụ theo cùng một phương pháp.

Ví dụ 1: Dùng một quả cân có sai số 0,1 g để cân vật thì khối lượng của vật cân được bao giờ cũng tăng hoặc giảm một lượng bằng sai số đó.

Ví dụ 2: Cân vật bằng lực kế trong không khí, trọng lượng của vật bao giờ cũng giảm đi một lượng bằng trọng lượng của khối không khí bị vật chiếm chỗ (theo định luật Archimèdes).

Khi tiến hành thí nghiệm cần cố gắng loại trừ hoặc giảm tới mức tối đa sai số hệ thống vì vậy cần phải biết các loại sai số hệ thống và cách khử chúng. Thường chia sai số hệ thống thành ba nhóm:

- **Nhóm 1:** Sai số hệ thống biết rõ nguyên nhân nhưng không biết chính xác giá trị.

Sai số mắc phải loại này là do độ chính xác của mỗi loại dụng cụ chỉ đạt một giá trị nào đó. Đối với mỗi loại dụng cụ ta chỉ biết giá trị lớn nhất của sai số hệ thống có thể mắc phải, thường được ghi ngay trên dụng cụ đo và thường được gọi là độ chính xác của dụng cụ. Loại sai số này còn được gọi là sai số dụng cụ và thường được ghi ngay trên dụng cụ đo.

Ví dụ: Trên thước đo nhiệt biểu ghi $0,05^0$, trên thước đo chiều dài ghi $0,001$ m nghĩa là độ chính xác của nhiệt biểu là $0,05^0$ của thước là $0,001$ m.

Không thể khử loại sai số này, chỉ có thể khắc phục bằng cách thay dụng cụ có độ chính xác cao hơn hoặc thay đổi thang đo trên dụng cụ (đối với dụng cụ đo điện).

- **Nhóm 2:** Sai số hệ thống biết chính xác nguyên nhân và độ lớn.

Sai số thuộc nhóm này thông thường do sự sai lệch ban đầu của dụng cụ đo. Chẳng hạn khi chưa có dòng điện chạy qua, kim của Ampe kế không chỉ số 0 mà đã chỉ $0,1$ A. Các kết quả đọc trên Ampe kế này đều phải hiệu chỉnh (trừ) một lượng là $0,1$ A.

Như vậy, sai số hệ thống thuộc nhóm này có thể khử được bằng cách hiệu chỉnh (cộng hoặc trừ) vào kết quả đo một lượng đúng bằng độ lệch ban đầu của dụng cụ.

- **Nhóm 3:** Sai số hệ thống do tính chất vật đo.

Ví dụ: Khi đo khối lượng riêng một chất rắn được xác định bởi công thức $\rho = \frac{m}{V}$ (với m và V là khối lượng và thể tích của chất đó), nếu bên trong vật có một khoảng trống nào đó dẫn đến thể tích V đo được lớn hơn thể tích thực của vật thì khối lượng riêng xác định được chắc chắn nhỏ hơn khối lượng riêng thực của vật.

Loại sai số hệ thống này không thấy rõ bản chất và độ lớn. Người ta khắc phục loại sai số này bằng cách đo trên nhiều mẫu vật khác nhau, lấy giá trị trung bình và loại mẫu có sai số lớn.

Như vậy, chỉ có sai số hệ thống nhóm thứ nhất là không khử được hoàn toàn. Vì thế sai số hệ thống mắc phải trong phép đo ít nhất cũng

phải bằng sai số hệ thống loại này, nghĩa là sai số hệ thống nhỏ nhất cũng phải bằng độ chính xác (sai số) của dụng cụ. Độ chính xác của dụng cụ thông thường được xác định bằng giá trị nhỏ nhất mà dụng cụ đó có thể đo được.

Ngoài ra, sự xuất hiện sai số hệ thống còn do phương pháp tiến hành thí nghiệm được lựa chọn chưa tối ưu (công thức để tính đại lượng cần đo chỉ là công thức gần đúng,...).

1.2.2.2. Sai số ngẫu nhiên

Sai số ngẫu nhiên gây bởi những nguyên nhân chủ quan và khách quan rất khác nhau, tác động một cách ngẫu nhiên lên kết quả đo. Sai số ngẫu nhiên có độ lớn khác nhau trong các lần đo. Nói cách khác nó làm cho kết quả đo khi thì lớn hơn, khi thì nhỏ hơn giá trị thực của đại lượng cần đo.

Ví dụ: Dùng đồng hồ bấm giây để đo nhiều lần chu kỳ của con lắc đơn hoặc con lắc Vật lý. Do bấm, ngắt đồng hồ không đúng lúc, do gió ảnh hưởng tới sự dao động của con lắc dẫn đến một số các kết quả đo sẽ có giá trị lớn hơn, một số kết quả khác lại có giá trị nhỏ hơn chu kỳ dao động thực của con lắc.

Với sai số ngẫu nhiên, khi các đại lượng cần xác định có số lần đo đủ lớn thì chúng ta tuân theo quy luật thống kê của các hiện tượng ngẫu nhiên.

Với cùng một phương pháp đo, theo phân bố Gauss, sai số ngẫu nhiên có các tính chất sau:

- Những sai số ngẫu nhiên bằng nhau về độ lớn và trái dấu có xác suất xảy ra như nhau.
- Những sai số ngẫu nhiên có giá trị tuyệt đối càng lớn thì xác suất xảy ra càng nhỏ.
- Trị tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giới hạn xác định.

Ngoài hai loại sai số cơ bản nêu trên, còn một loại sai số nữa: **Sai số lỗi làm**. Nguồn gốc của nó là do người làm thí nghiệm không thận trọng trong khi làm việc. Nếu đo nhiều lần có một giá trị không theo quy